



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 100 61 473.6

**Anmeldetag:** 08. Dezember 2000

**Anmelder/Inhaber:** Continental Aktiengesellschaft, Hannover/DE;  
Dr. Julius P e t e r, Wien/AT.

**Bezeichnung:** Verfahren zur Herstellung einer kieselsäurehaltigen  
Kautschukgrundmischung

**IPC:** C 08 L, C 08 K, C 08 J

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 15. November 2001  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

**Stech**

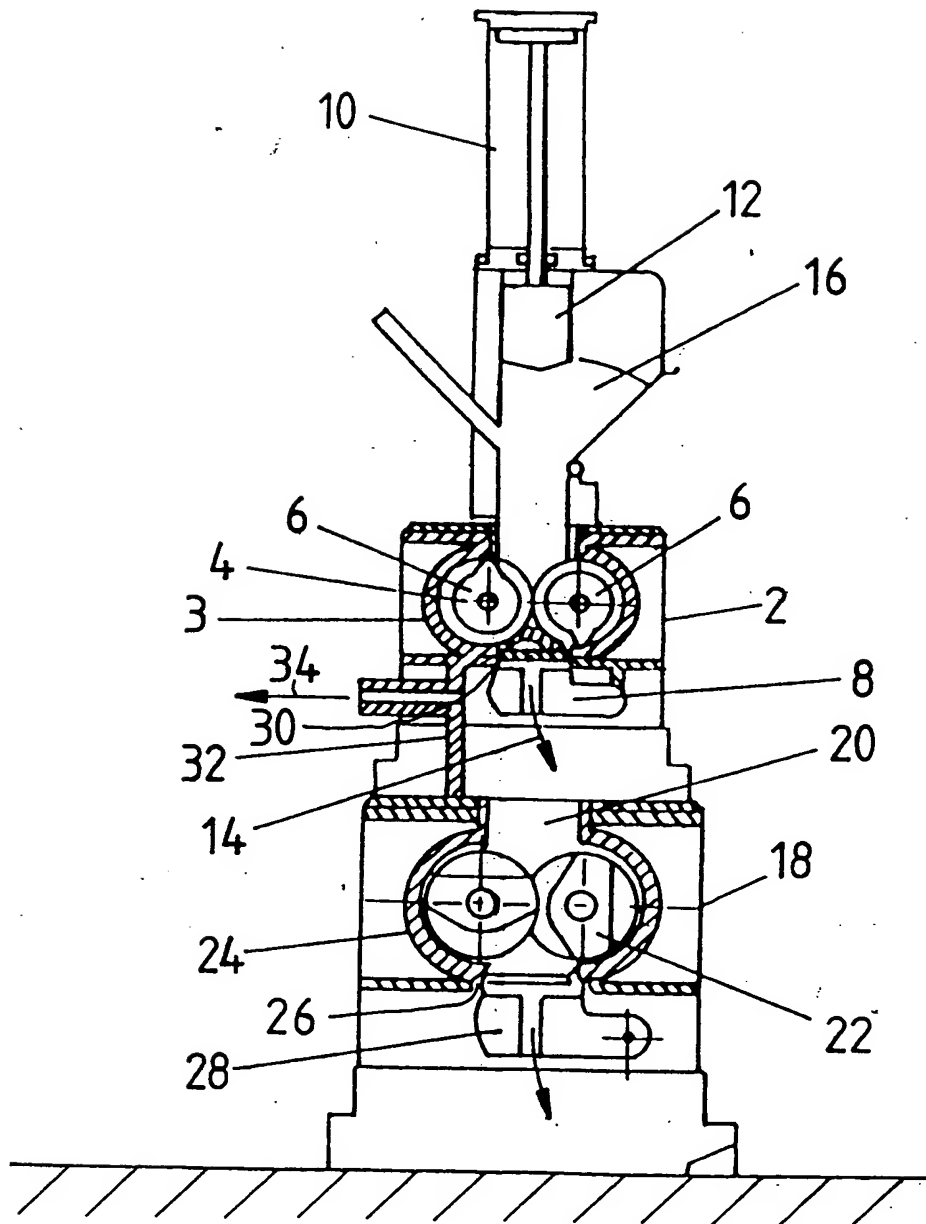
## Zusammenfassung

Verfahren zur Herstellung einer kieselensäurehaltigen Kautschukgrundmischung, das in zwei  
5 Stufen in unterschiedlichen Mischern 2,18 durchgeführt wird und bei dem die  
Mischungsbestandteile Kautschuk, Kieselensäure, Silan und weitere übliche Zusatzstoffe  
außer Vulkanisationsbestandteilen vermischt werden und die Kieselensäure mit dem Silan  
reagiert, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- in einen ersten Mischer 2 werden zeitgleich oder zeitversetzt sämtliche  
Mischungsbestandteile eingebracht,
- die Mischungsbestandteile werden in dem ersten Mischer 2 zu einer Mischung  
dispergiert
- die in dem ersten Mischer 2 entstandene Mischung wird ohne Zwischenlagerung  
unmittelbar von dem ersten Mischer 2 in einen zweiten Mischer 18 überführt
- 15 - in dem zweiten Mischer 18 wird die Mischung zumindest nahe zu Ende gemischt,  
wobei die Temperatur zumindest über den größten Teil der Verweildauer der  
Mischung in dem zweiten Mischer in einem Temperaturbereich von 130 °C bis  
180 °C liegt, in dem die Kieselensäure beschleunigt mit dem Silan reagiert.

20 Fig. 1

FIG. 1



5    **Verfahren zur Herstellung einer kieselsäurehaltigen Kautschukgrundmischung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer kieselsäurehaltigen Kautschukgrundmischung, das in zwei Stufen in unterschiedlichen Mischern durchgeführt wird und bei dem die Mischungsbestandteile Kieselsäure, Silan und weitere übliche Zusatzstoffe außer Vulkanisationsbestandteilen vermischt werden und die Kieselsäure mit dem Silan reagiert.

Kieselsäurehaltige Kautschukmischungen werden heute zur Herstellung unterschiedlichster Kautschukprodukte, insbesondere zur Herstellung von Kraftfahrzeugreifen verwendet. In  
15    Kraftfahrzeugreifen ersetzt die Kieselsäure zum größten Teil die früher üblichen Rußbestandteile, da sich gezeigt hat, dass Kraftfahrzeugreifen durch den Zusatz von Kieselsäure bessere Reifeneigenschaften in Bezug auf Nassgriff und Rollwiderstand bekommen. Zur Herstellung der Kautschukmischung wird zunächst in einem Grundmischverfahren in einer oder mehreren Mischstufen eine kieselsäurehaltige  
20    Kautschukgrundmischung hergestellt, die noch keine Vulkanisationsbestandteile (Vulkanisationschemikalien wie z. B. Schwefel, Schwefelspender, Beschleuniger oder Harze) enthält. In einem Fertigmischverfahren werden der Kautschukgrundmischung dann die Vulkanisationsbestandteile (Vulkanisationschemikalien) zugefügt und es entsteht die fertige Kautschukmischung (Fertigmischung). Bei der Herstellung der  
25    Kautschukgrundmischung werden dieser neben der Kieselsäure Kupplungsagenzien in Form von Silanen beigelegt, um eine Anbindung der Kieselsäure an den Kautschuk zu ermöglichen. Bei den Silanen handelt es sich i. A. um bifunktionelle Organsilane wie z. B. 3-Mercaptopropyltriethoxysilan, 3-Thiocyanato-propyltrimetoxysilan oder 3,3'-Bis(triethoxysilylpropyl)polysulfide mit 2 bis 8 Schwefelatomen. Hierbei reagiert in einem  
30    ersten Schritt während des Grundmischens das zugesetzte Silan mit den Silanolgruppen der Kieselsäure und in einem zweiten späteren Schritt während der Vulkanisation der

Kautschukmischung das Silan mit dem Kautschuk, wodurch die Kieselsäure über das Silan mit diesem verbunden wird. Der erste Reaktionsschritt und damit die Herstellung der Kautschukgrundmischung erfordert einen hohen Zeitaufwand.

- 5 Aus der EP 0 728 803 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung einer kieselsäurehaltigen Kautschukgrundmischung der eingangs genannten Art bekannt. In einer ersten Stufe des Verfahrens werden in einem ersten Mischer die Mischungsbestandteile Kautschuk, Kieselsäure und weitere übliche Zusatzstoffe außer Vulkanisationsbestandteilen bei einer Temperatur von 165 °C bis 170 °C miteinander vermischt. Nach der Vermischung der Mischungsbestandteile wird die Mischung aus dem ersten Mischer herausgelöst, abgekühlt und in einen zweiten Mischer überführt. In dem zweiten Mischer wird der Mischung Silan zugefügt und die Mischung wird bei einer Temperatur von 135 °C zu Ende gemischt, wobei das Silan mit der Kieselsäure reagiert. Durch die hohe Temperatur der Mischung in dem ersten Mischer ist gewährleistet, dass die Mischungsbestandteile schnell und gut
- 15 dispergieren, wohingegen durch die Einhaltung der Temperatur von 135 °C in dem zweiten Mischer einer thermischen Zersetzung des Silans vorgebeugt werden soll. Darüber hinaus wird durch die Verwendung zweier Mischer der Vorteil erreicht, dass zeitgleich (im ersten Mischer) eine Kautschukgrundmischung ohne Silan gemischt und (im zweiten Mischer) eine Kautschukgrundmischung mit Silan zu Ende gemischt werden kann. Dadurch lässt
- 20 sich der Zeitaufwand zur Herstellung einer kieselsäurehaltigen Kautschukgrundmischung verkürzen.

- Es ist jedoch festzustellen, dass bei dem aus der EP 0 728 803 A1 bekannten Verfahren die kieselsäurehaltige Kautschukgrundmischung in einem Zwischenschritt heruntergekühlt
- 25 werden muss, was zu einem zusätzlichen Zeit- und Lageraufwand führt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein einfaches, mit geringem Zeitaufwand durchführbares Verfahren zur Herstellung einer kieselsäurehaltigen Kautschukgrundmischung zu schaffen.

Gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 wird diese Aufgabe durch folgende Verfahrensschritte gelöst:

- In einem ersten Mischer werden sämtliche Mischungsbestandteile (also der Kautschuk, die Kieselsäure, das Silan und weitere übliche Zusatzstoffe außer Vulkanisationsbestandteilen) zeitgleich oder zeitversetzt eingebracht
- die Mischungsbestandteile werden in dem ersten Mischer zu einer Mischung vermischt
- die in dem ersten Mischer entstandene Mischung wird ohne Zwischenlagerung unmittelbar von dem ersten Mischer in einen zweiten Mischer überführt
- in dem zweiten Mischer wird die Mischung zumindest nahezu zu Ende gemischt, wobei die Temperatur der Mischung zumindest über den größten Teil der Verweildauer der Mischung in dem zweiten Mischer in einem Temperaturbereich von 130 °C bis 180 °C liegt, in dem die Kieselsäure beschleunigt mit dem Silan reagiert.

15

In dem ersten und zweiten Mischer wird also eine Kautschukgrundmischung erstellt, wobei in dem zweiten Mischer das Silan zumindest nahezu vollständig mit den Silanolgruppen der Kieselsäure reagiert (d. h. die Kautschukgrundmischung ist dann zumindest nahezu zuende gemischt). In weiteren Verarbeitungsstationen wird die Kautschukgrundmischung weiterverarbeitet und in der letzten Verarbeitungsstation werden der Kautschukgrundmischung die Vulkanisationsbestandteile (Vulkanisationschemikalien) zugefügt und die Kautschukgrundmischung wird dort in einem Fertigmischverfahren fertiggemischt).

20

In dem ersten Mischer werden in dem Kautschuk (oder in den Kautschuken) die übrigen Mischungsbestandteile dispergiert; hierbei wird die Temperatur der Mischung bis auf maximal 180 °C erhöht, um ein "Anscorchen" (anbrennen) der Mischung weitgehend zu verhindern. Es ist möglich, dass die Mischungstemperatur vor dem Überführen der Mischung von dem ersten Mischer in den zweiten Mischer unter 130 °C liegt. In diesem Fall muss die Mischungstemperatur in dem zweiten Mischer zunächst auf eine Temperatur in dem Temperaturbereich zwischen 130 °C und 180 °C erhöht werden, bevor sie in dem

30

zweiten Mischer zu Ende gemischt wird. Zur Einstellung der Temperaturen in den Mixern wird der Füllgrad der Mischung, die Drehzahl der Rotoren der Mischer, die Mischertemperatur und der Stempeldruck des Mixers (sofern der entsprechende Mischer einen Stempel enthält) aufeinander abgestimmt.

5

Ein Vorteil der Erfindung ist insbesondere darin zu sehen, dass das Verfahren mit einem geringen Zeit- und Raumaufwand durchgeführt werden kann, da eine Zwischenlagerung und Abkühlung der Kautschukgrundmischung nach dem Herauslösen dieser aus dem ersten Mischer entfällt. Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass sämtliche Mischungsbestandteile der Kautschukgrundmischung in den ersten Mischer eingebracht werden und deshalb auch nur stationäre Dosiereinrichtungen im Bereich des ersten Mixers benötigt werden. Darüber hinaus ist sichergestellt, dass die einzelnen Mischungsbestandteile in der Kautschukgrundmischung in den richtigen Mengen vorliegen (dies ist bei dem aus der EP 0 728 803 A1 bekannten Verfahren nicht sichergestellt; so kann es sein, dass bei dem Herauslösen der Kautschukgrundmischung aus dem ersten Mischer Mischungsbestandteile in dem ersten Mischer verbleiben, so dass der Kautschukgrundmischung im zweiten Mischer zu viel Silan zugefügt wird; andererseits kann es sein, dass Reste aus vorherigen Mischvorgängen mit der Kautschukgrundmischung aus dem ersten Mischer herausgelöst werden, so dass der Kautschukgrundmischung in dem zweiten Mischer zu wenig Silan zugefügt wird). (Gegenüber einem Verfahren zur Herstellung einer Kautschukgrundmischung, bei dem nur ein einziger Mischer benutzt wird, ist der Vorteil der Erfindung darin zu sehen, dass der erste und der zweite Mischer zeitgleich betrieben werden können, so dass sich die Taktzeit, in der eine Kautschukgrundmischung zuende gemischt ist, verkürzt. (Eine Verkürzung der Taktzeit ließe sich zwar auch dadurch erreichen, dass man zwei einzelne Mischer aufstellt, in denen jeweils unabhängig voneinander eine Kautschukgrundmischung entsteht. Dies würde jedoch viel Platz und darüber hinaus für jeden Mischer eine Dosiereinrichtung oder eine bewegbare Dosiereinrichtung, die beide Mischer bedienen kann, erfordern, was aufwendig und teuer ist.))

30

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 wird die Mischung in dem ersten Mischer auf eine Temperatur erwärmt, die in einem Temperaturbereich von 110 °C bis 140 °C liegt. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass in dem ersten Mischer bereits eine hohe Temperatur erreicht wird, und somit eine gute Dispersion der Mischungsbestandteile gewährleistet ist. Darüber hinaus braucht in diesem Fall in dem zweiten Mischer nur noch eine geringfügige bzw. keine Temperaturerhöhung stattzufinden.

10  
Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 3 wird die Mischung in dem ersten Mischer auf eine Temperatur erhöht, die in einem Temperaturbereich von 130 °C bis 180 °C liegt. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass bereits in dem ersten Mischer eine beschleunigte Reaktion der Kieselsäure mit dem Silan stattfindet. Darüber hinaus braucht in diesem Fall in dem zweiten Mischer keine weitere Temperaturerhöhung der Mischung vorgenommen zu werden. Ein weiterer Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass die Verweilzeiten der Mischung in den einzelnen Mischern optimal aufeinander abgestimmt werden können (Näheres s. Ausführungen zu Anspruch 5).

20  
Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 4 stimmt die Verweildauer der Mischung in dem ersten Mischer zumindest nahezu mit der Verweildauer der Mischung in dem zweiten Mischer überein. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass die beiden Mischer immer gleichzeitig genutzt und so aufeinander abgestimmt werden können, dass eine Überführung der Mischung von dem ersten Mischer in den zweiten Mischer und ein Auswurf einer in dem zweiten Mischer zumindest nahezu zu Ende gemischten Kautschukgrundmischung gleichzeitig bzw. kurz hintereinander stattfinden können. Somit ist eine optimale Ausnutzung der Kapazität der beiden Mischer und die Herstellung einer Kautschukgrundmischung in einer optimalen Taktzeit (die der Verweildauer der Mischung in einem Mischer entspricht) möglich.

Eine Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 5 ist dadurch gekennzeichnet, dass  
30 – ein erster Zeitraum benötigt wird, um die Mischungsbestandteile in der Mischung gleichmäßig zu verteilen



- ein zweiter Zeitraum, der länger als der erste Zeitraum ist, benötigt wird, um in der Mischung eine zumindest nahezu vollständige Reaktion der Kieselsäure mit dem Silan herbeizuführen und dass
- die jeweilige Verweildauer der Mischung in dem ersten Mischer bzw. in dem zweiten Mischer der Hälfte der Gesamtzeit entspricht, die sich aus dem ersten und dem zweiten Zeitraum zusammensetzt, wobei die Temperatur der Mischung in dem ersten Mischer zumindest über eine Zeitspanne in dem Temperaturbereich von 130 °C bis 180 °C gehalten wird, die der Differenz zwischen dem zweiten Zeitraum und der Verweildauer der Mischung in den zweiten Mischer beträgt.

10 Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass die Verweildauer der Mischung in den Mixern auch dann übereinstimmt, wenn die Reaktion der Kieselsäure mit dem Silan einen längeren Zeitraum benötigt als die Dispersion der Mischungsbestandteile zu einer Mischung (was insbesondere bei den Kautschukgrundmischungen zur Herstellung von Kraftfahrzeugreifen häufig der Fall ist).

15 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 6 ist der erste Mischer ein Stempelmischer. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass in dem ersten Mischer mit Hilfe des Stempels ein hoher Druck aufgebaut werden kann, so dass eine gute Dispersion der Mischungsbestandteile auch bei den relativ niedrigen Temperaturen in dem ersten Mischer gewährleistet ist.

20 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 7 greifen die Rotoren des ersten Mixers ineinander. Der Vorteile dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass eine bessere und schnellere Dispersion der Mischungsbestandteile als bei einem Mischer ohne ineinandergreifende Rotoren möglich ist, weil sich das Verhältnis der Oberfläche der Rotoren zum Füllvolumen des Mixers verbessert. Die schnellere Durchmischung der Mischungsbestandteile in dem ersten Mischer führt zu verkürzten Mischzeiten für die Kautschukgrundmischung.

30 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 8 ist der zweite Mischer ein stempelloser Mischer. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass

stempellose Mischer offen sind und auf Grund dessen eine einfache Überführung der Kautschukgrundmischung von dem ersten Mischer in den zweiten Mischer möglich ist. Eine weiterer Vorteil der Weiterbildung ist darin zu sehen, dass ein einfaches und sicheres Abführen der Reaktionsprodukte der Kieselsäure/Silan-Reaktion aus dem offenen

5 stempellosen Mischer möglich ist, so dass eine hochwertige Kautschukgrundmischung entsteht.

Die Rotoren des zweiten Mixers können tangierend sein. Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 9 greifen die Rotoren des zweiten Mixers jedoch ineinander.

10 Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass ein ineinandergreifender Mischer ein gutes Verhältnis der Oberfläche der Rotoren zum Füllvolumen des Mixers aufweist und somit gewährleistet ist, dass innerhalb einer relativ kurzen Zeit die gesamte Mischung zwischen den Rotoren des zweiten Mixers hindurchläuft und es infolgedessen zu einer vollständigen Kieselsäure mit dem Silan kommt.

15 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 10 hat der zweite Mischer ein größeres Füllvolumen als der erste Mischer. Vorzugsweise ist das Füllvolumen des zweiten Mixers um 20 bis 60 % größer als das Füllvolumen des ersten Mixers. Von dieser Weiterbildung wird bevorzugt Gebrauch gemacht, wenn der erste Mischer ein

20 Stempelmischer und der zweite Mischer ein stempelloser Mischer ist. Der Vorteil dieser Weiterbildung wird verständlich, wenn man Folgendes berücksichtigt: Bei einem Stempelmischer wird die Mischung durch den Stempel ständig zwischen die Rotoren des Mixers gedrückt, so dass eine gute Durchmischung der Mischung gewährleistet ist. Bei einem stempellosen Mischer hingegen besteht die Gefahr, dass die Mischung durch die

25 Rotation der Rotoren den Bereich zwischen den Rotoren verlässt und auf Grund des fehlenden Stempels nicht wieder in diesen Bereich gelangt. Eine gute Durchmischung der Mischung ist dann nicht mehr gewährleistet. Diese Gefahr ist umso größer, je geringer das Füllvolumen des Mixers ist. Der Vorteil der Weiterbildung ist also darin zu sehen, dass durch das größere Füllvolumen des zweiten Mixers nahezu die gesamte Mischung von

30 dem Bereich zwischen den Rotoren aufgenommen werden kann und sich nahezu ständig in

diesem Bereich befindet, so dass auch ohne einen Stempel eine gute Durchmischung der Kautschukgrundmischung im zweiten Mischer gewährleistet ist.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 11 ist zwischen den Mixern  
 5 eine Absauganlage angeordnet, mit der Reaktionsprodukte abgesaugt werden, die bei der Reaktion der Kieselsäure mit dem Silan im zweiten Mischer entstehen. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass ein schnelles und vollständiges Absaugen der Reaktionsprodukte gewährleistet ist, wodurch sich die Mischungszeiten im zweiten Mischer verkürzen und sich die Qualität der Kautschukgrundmischung nochmals erhöht.

10

Gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens nach Anspruch 12 erfolgt die Überführung der Mischung von dem ersten Mischer in den zweiten Mischer unter Ausnutzung der Schwerkraft. In diesem Fall ist der erste Mischer vorzugsweise direkt oberhalb des zweiten Mixers angeordnet. Ein Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass zur  
 15 Überführung der Mischung von dem ersten Mischer in den zweiten Mischer keine Hilfsmittel, z.B. in Form eines Förderbandes etc., notwendig sind. Ein weiterer Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass die beiden Mischer besonders platzsparend zueinander angeordnet sind.

20 Ein Ausführungsbeispiel und weitere Vorteile der Erfindung werden im Zusammenhang mit den nachstehenden Figuren erläutert, darin zeigen:

- Figur 1 eine Vorrichtung, mit der ein Verfahren zur Herstellung einer  
 kiesel säurehaltigen Kautschukgrundmischung durchführbar ist,  
 Figur 2 ein Diagramm,  
 25 Figur 3 ein Diagramm.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Herstellung einer kiesel säurehaltigen Kautschukgrundmischung. Die Vorrichtung weist einen ersten Mischer 2 mit einer Mischkammer 4 auf, in der sich zwei (vorzugsweise ineinander greifende)  
 30 Rotoren 6 befinden. Der Mischer 2 weist darüber hinaus einen nach unten klappbaren Sattel 8 und einen durch einen Arbeitszylinder 10 bewegbaren Stempel 12 zum

Verschließen der Eintrittsöffnung der Mischkammer 4 auf. Der Sattel 8 kann in an sich bekannter Art und Weise um eine horizontale Achse von der in der Figur gezeigten Schließstellung im Sinne des Pfeiles 14 in eine Öffnungsstellung geklappt werden, in der er eine etwa senkrechte Stellung einnimmt. In dieser Stellung gibt der Sattel 8 die

5 Austrittsöffnung 30 der Mischkammer 4 frei. Im Bereich des Stempels 12 befinden sich die Eintrittsöffnungen bzw. der Trichter 16 für Mischungsbestandteile der Kautschukgrundmischung.

Unterhalb des ersten Mixers 2 ist ein stempelloser zweiter Mixer 18 angeordnet,

10 dessen Mischkammer 24 ein um vorzugsweise 20 bis 60 % größeres Füllvolumen hat als die Mischkammer 4 des ersten Mixers 2. Der zweite Mixer 18 weist eine Eintrittsöffnung 20 und (vorzugsweise ineinander greifende) Rotoren 22 auf, die sich in der Mischkammer 24 befinden. Die Austrittsöffnung 26 des zweiten Mixers 18 wird von einem bewegbaren Sattel 28 verschlossen, der in an sich bekannter Art und Weise um eine

15 horizontale Achse von der in der Figur gezeigten Schließstellung in eine Öffnungsstellung geklappt werden kann, in der er die Austrittsöffnung 26 der Mischkammer 24 freigibt.

Der zweite Mixer 18 ist derart unter dem ersten Mixer 2 angeordnet, dass sich die Austrittsöffnung 30 des ersten Mixers 2 oberhalb der Eintrittsöffnung 20 des zweiten

20 Mixers 18 befindet. Diese Anordnung macht es möglich, dass eine Mischung ausschließlich unter Ausnutzung der Schwerkraft von der Mischkammer 4 des ersten Mixers 2 in die Mischkammer 24 des zweiten Mixers 18 überführt werden kann. Vorzugsweise wird die Austrittsöffnung 30 des ersten Mixers 2 über einen Kanal 32 mit der Eintrittsöffnung 20 des zweiten Mixers 18 verbunden, an den eine Absauganlage 34

25 (angedeutet durch den Pfeil) angeschlossen ist.

In der gezeigten Vorrichtung wird eine Kautschukgrundmischung grundsätzlich wie folgt hergestellt: Zunächst werden über den Trichter 16 sämtliche Mischungsbestandteile der Kautschukgrundmischung zeitgleich oder zeitversetzt in die Mischkammer 34 des ersten

30 Mixers 2 eingebracht, also Kautschuk, Kieselsäure, Silan und weitere übliche Zusatzstoffe außer den Vulkanisationsbestandteilen. Mit Hilfe der Rotoren 6 werden die

Mischungsbestandteile durchmischt. Hierbei werden die Mischungsbestandteile durch den Stempel 12 zwischen die Rotoren 6 gedrückt, wodurch eine gute Dispersion der Mischungsbestandteile gewährleistet wird. Während des Mischens der Mischung in dem ersten Mischer 2 wird die Temperatur der Mischung kontinuierlich erhöht, was durch eine  
 5 entsprechende Anpassung des Stempeldruckes des Stempels 12, der Drehzahl der Rotoren 6 und Mischertemperierung erfolgt.

Wenn eine gute Dispersion der Mischungsbestandteile erreicht ist, wird die Temperatur der Mischung in dem ersten Mischer 2 auf einen Wert gebracht, der in dem  
 10 Temperaturbereich liegt, in dem die Kieselsäure mit dem Silan reagiert (also auf eine Temperatur, die in dem Temperaturbereich von 130 °C - 180 °C liegt). Die Erhöhung der Temperatur erfolgt wiederum durch eine Anpassung des Stempeldruckes des Stempels 12, der Drehzahl der Rotoren 6 und Mischertemperierung .

15 Wenn die Mischung die gewünschte Temperatur in dem genannten Temperaturbereich erreicht hat, wird gegebenenfalls bei dieser Temperatur ein erster Teil der Reaktion der Kieselsäure mit dem Silan in dem ersten Mischer 2 durchgeführt. Sobald die gewünschte Temperatur erreicht ist oder sobald ein erster Teil der Reaktion durchgeführt ist, wird der Sattel 8 des ersten Mixers 2 von der in der Figur gezeigten Schließstellung in die  
 20 Öffnungsstellung überführt, so dass er die Austrittsöffnung 30 des ersten Mixers 2 freigibt. Die Mischung wird dann ausschließlich unter Ausnutzung der Schwerkraft von der Mischkammer 4 durch den Kanal 32 und durch die Eintrittsöffnung 20 in die Mischkammer 24 des zweiten Mixers 18 ohne Zwischenlagerung überführt, so dass die Mischungstemperatur erhalten bleibt. In dem zweiten Mischer 18 wird die Mischung zu  
 25 Ende gemischt, wobei die Temperatur der Mischung vorzugsweise konstant in dem Temperaturbereich von 130 °C - 180 °C gehalten wird, in dem die Kieselsäure beschleunigt mit dem Silan reagiert. Dies erfolgt durch eine entsprechende Abstimmung der Drehzahl der Rotoren 22 und der Mischertemperierung.

30 Die Mischung verbleibt so lange in der Mischkammer 24 des zweiten Mixers 18, bis zumindest eine nahezu vollständige Reaktion der Kieselsäure mit dem Silan sichergestellt

ist (d. h. die Kautschukgrundmischung zumindest nahezu zuende gemischt ist). Die bei der Reaktion der Kieselsäure mit dem Silan entstehenden Reaktionsprodukte werden während des Mischens über den Kanal 32 mit Hilfe der Absauganlage 34 abgesaugt, so dass keine qualitätsmindernden Reaktionsprodukte in der Mischung verbleiben. Nach abgeschlossener

5 Reaktion, wenn die Kautschukgrundmischung also zu Ende gemischt ist, wird der Sattel 28 von der in der Figur gezeigten Schließstellung in die Öffnungsstellung überführt, so dass sich die Kautschukgrundmischung aus der Mischkammer 24 des zweiten Mixers 18 durch die Austrittsöffnung 26 herauslöst. In weiteren (nicht gezeigten)

Verarbeitungsstationen wird die Kautschukgrundmischung weiterverarbeitet und in der

10 letzten Verarbeitungsstation werden der Kautschukgrundmischung die Vulkanisationsbestandteile zugefügt und die Kautschukgrundmischung wird dort in einem Fertigmischverfahren fertiggemischt.

Nachdem die Mischung über die Austrittsöffnung 30 die Mischkammer 4 des ersten

15 Mixers 2 verlassen hat, steht der erste Mischer 2 wieder für die Mischung einer Kautschukgrundmischung bereit, so dass immer zeitgleich in dem ersten Mischer 2 und in dem zweiten Mischer 18 gemischt werden kann.

Figur 2 zeigt ein Diagramm, in dem die Temperatur  $T$  in den Mixern 2, 18 über der Zeit  $t$

20 aufgetragen ist. Hierbei ist eine Mischung zugrunde gelegt, bei der die Dispersion der Mischungsbestandteile in etwa die gleiche Zeit in Anspruch nimmt, wie die vollständige Reaktion der Kieselsäure mit dem Silan. Der linke Teil des Diagramms den zeitlichen Temperaturverlauf für die Mischung in dem ersten Mischer 2. Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass die Temperatur der Mischungsbestandteile ausgehend von der

25 Raumtemperatur in dem ersten Mischer 2 kontinuierlich erhöht wird, wobei die Mischungsbestandteile dispergieren. Nach einer Zeitspanne  $t_1$  hat die Mischung in dem ersten Mischer eine Temperatur von  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$  erreicht, bei der die Kieselsäure in der Mischung beginnt, intensiv mit dem Silan zu reagieren. Die Temperatur der Mischung wird in dem ersten Mischer 2 danach nur noch leicht erhöht, so dass sie in einem

30 Temperaturbereich von  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$  liegt.

Wenn die Temperatur der Mischung in dem ersten Mischer 2 die gewünschte Temperatur in dem genannten Temperaturbereich erreicht hat, wird die Mischung von dem ersten Mischer 2 in den zweiten Mischer 18 überführt und dort bei dieser Temperatur, die konstant gehalten wird, zu Ende gemischt (siehe rechter Teil des Diagramms, der den zeitlichen Temperaturverlauf der Mischung in dem zweiten Mischer 18 zeigt). Die Verweilzeiten der Mischung in den Mischern 2, 18 sind nahezu identisch, da in dem ersten Mischer 2 nahezu ausschließlich die Dispersion und in dem zweiten Mischer 18 die Reaktion der Kieselsäure mit dem Silan stattfindet.

- Figur 3 zeigt ein Diagramm, in dem die Temperatur  $T$  in den Mischern 2, 18 über der Zeit  $t$  aufgetragen ist. Hierbei ist eine Mischung zugrunde gelegt, bei der die gleichmäßige Verteilung der Mischungsbestandteile einen ersten Zeitraum  $t_1$  und die zumindest nahezu vollständige Reaktion der Kieselsäure mit dem Silan einen zweiten Zeitraum  $t_2$  in Anspruch nimmt, der länger ist als der erste Zeitraum  $t_1$ . Auch in diesem Fall ist es möglich, die Verweilzeiten der Mischung in den Mischern 2, 18 derart aufeinander abzustimmen, dass sie identisch sind, wie im Folgenden erläutert wird (hierbei zeigt der linke Teil des Diagramms den zeitlichen Temperaturverlauf für die Mischung in dem ersten Mischer 2 und der rechte Teil des Diagramms den zeitlichen Temperaturverlauf für die Mischung in dem zweiten Mischer 18). In dem ersten Mischer 2 werden die Mischungsbestandteile zeitgleich oder zeitversetzt eingebracht und über einen Zeitraum  $t_1$  dispergiert. Hierbei wird die Temperatur der Mischungsbestandteile ausgehend von der Raumtemperatur auf eine Temperatur von ca. 130 °C erhöht. Bei dieser Temperatur beginnt die Kieselsäure intensiv mit dem Silan zu reagieren. Nach Ablauf des ersten Zeitraumes  $t_1$  wird die Temperatur der Mischung auf eine gewünschte Temperatur in dem Temperaturbereich von 130 °C bis 180 C erhöht. Insgesamt wird die Temperatur der Mischung in dem ersten Mischer 2 über eine Zeitspanne  $t_3 = (t_2 - t_1)/2$  in dem Temperaturbereich von 130 °C bis 180 C gehalten. Die Verweildauer der Mischung in dem ersten Mischer 2 beträgt insgesamt  $(t_1 + t_2)/2$ .
- Nach Ablauf der Zeitspanne  $t_3$  wird die Mischung ohne Zwischenlagerung unmittelbar von dem ersten Mischer 2 in den zweiten Mischer 18 überführt. In dem zweiten Mischer 18

- liegt die Temperatur der Mischung über die gesamte Verweildauer  $(t_1 + t_2)/2$  der Mischung in dem zweiten Mischer in dem Temperaturbereich von 130 °C bis 180 °C, d. h., die Verweildauer der Mischung in dem zweiten Mischer 18 stimmt mit der Verweildauer der Mischung in dem ersten Mischer 2 überein. Vorzugsweise wird die Temperatur der
- 5 Mischung in dem zweiten Mischer konstant auf dem Wert gehalten, den die Mischung bei der Überführung von dem ersten Mischer 2 in den zweiten Mischer 18 eingenommen hat.

Aus dem oben Gesagten folgt, dass sich die Temperatur der Mischung über einen Zeitraum  $t_3 + (t_1 + t_2)/2 = t_2$  (also wie gewünscht) in einem Temperaturbereich von 130 °C bis 180 °C befindet.

Die Verweilzeiten der Mischung in den Mischern 2, 18 sind identisch, so dass eine optimale Ausnutzung der Kapazität der Mischer gewährleistet ist.

15 Beispiel:

- erster Zeitraum  $t_1$ , der benötigt wird, um die Mischungsbestandteile gleichmäßig zu verteilen:  
2 min
- zweiter Zeitraum  $t_2$ , der benötigt wird, um in der Mischung eine zumindest nahezu vollständige Reaktion der Kieselsäure mit dem Silan herbeizuführen: 4 min
- Gesamtzeit, die sich aus der Summe des ersten Zeitraumes  $t_1$  und des zweiten Zeitraumes  $t_2$  zusammensetzt: 6 min
- Verweilzeit der Mischung in dem ersten Mischer: 3 min  $((t_1 + t_2)/2)$
- hiervon Zeitspanne  $t_3$ , in der die Temperatur in einem Temperaturbereich von 130 °C bis 180 °C liegt: 1 min  $((t_2 - t_1)/2)$
- Verweilzeit in der Mischung in dem zweiten Mischer, wobei die Temperatur der Mischung in einem Temperaturbereich von 130 °C bis 180 °C liegt: 3 min  $((t_1 + t_2)/2)$ .



**Bezugszeichenliste**

(ist Teil der Beschreibung)

	2	erste Mischer
5	4	Mischkammer
	6	Rotoren
	8	Sattel
	10	Arbeitszylinder
	12	Stempel
10	14	Pfeil
	16	Trichter
	18	zweiter Mischer
	20	Eintrittsöffnung
	22	Rotoren
15	24	Mischkammer
	26	Austrittsöffnung
	28	Sattel
	30	Austrittsöffnung
	32	Kanal
20	34	Absauganlage

### Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Herstellung einer kieselsäurehaltigen Kautschukgrundmischung, das in zwei Stufen in unterschiedlichen Mischern (2,18) durchgeführt wird und bei dem die Mischungsbestandteile Kautschuk, Kieselsäure, Silan und weitere übliche Zusatzstoffe außer Vulkanisationsbestandteilen vermischt werden und die Kieselsäure mit dem Silan reagiert, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
  - 10 - in einen ersten Mischer (2) werden zeitgleich oder zeitversetzt sämtliche Mischungsbestandteile eingebracht,
  - die Mischungsbestandteile werden in dem ersten Mischer (2) zu einer Mischung vermischt
  - die in dem ersten Mischer (2) entstandene Mischung wird ohne Zwischenlagerung  
15 unmittelbar von dem ersten Mischer (2) in einen zweiten Mischer (18) überführt
  - in dem zweiten Mischer (18) wird die Mischung zumindest nahezu zu Ende gemischt, wobei die Temperatur zumindest über den größten Teil der Verweildauer der Mischung in dem zweiten Mischer in einem Temperaturbereich von 130 °C bis 180 °C liegt, in dem die Kieselsäure beschleunigt mit dem Silan reagiert.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischung in dem ersten Mischer (2) auf eine Temperatur erwärmt wird, die in einem Temperaturbereich von 110 °C bis 140 °C liegt.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischung in dem ersten Mischer (2) auf eine Temperatur erwärmt wird, die in einem Temperaturbereich von 130 °C bis 180 °C liegt.
- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verweildauer der Mischung in dem ersten Mischer (2) zumindest nahezu mit der Verweildauer der Mischung in dem zweiten Mischer (18) übereinstimmt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass
  - ein erster Zeitraum benötigt wird, um die Mischungsbestandteile der Mischung gleichmäßig zu verteilen
  - 5    - ein zweiter Zeitraum, der länger als der erste Zeitraum ist, benötigt wird, um in der Mischung eine zumindest nahezu vollständige Reaktion der Kieselsäure mit dem Silan herbeizuführen und dass
  - die jeweilige Verweildauer der Mischung in dem ersten Mischer (2) bzw. in dem zweiten Mischer (18) der Hälfte der Gesamtzeit entspricht, die sich aus dem ersten und dem zweiten Zeitraum zusammensetzt, wobei die Temperatur der Mischung in dem ersten Mischer (2) zumindest über eine Zeitspanne in dem Temperaturbereich von 130 °C bis 180 °C gehalten wird, die der Differenz zwischen dem zweiten Zeitraum und der Verweildauer der Mischung in dem zweiten Mischer (18) beträgt.
- 15    6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Mischer (2) ein Stempelmischer ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotoren (6) des ersten Mixers (2) ineinandergreifen.
- 20    8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Mischer (18) ein stempelloser Mischer ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotoren (22) des zweiten Mixers (22) ineinandergreifen.
- 25    10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Mischer (18) ein größeres Füllvolumen als der erste Mischer (2) hat.
- 30    11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Mixern (2,18) eine Absauganlage (34) angeordnet ist, mit der Reaktionsprodukte

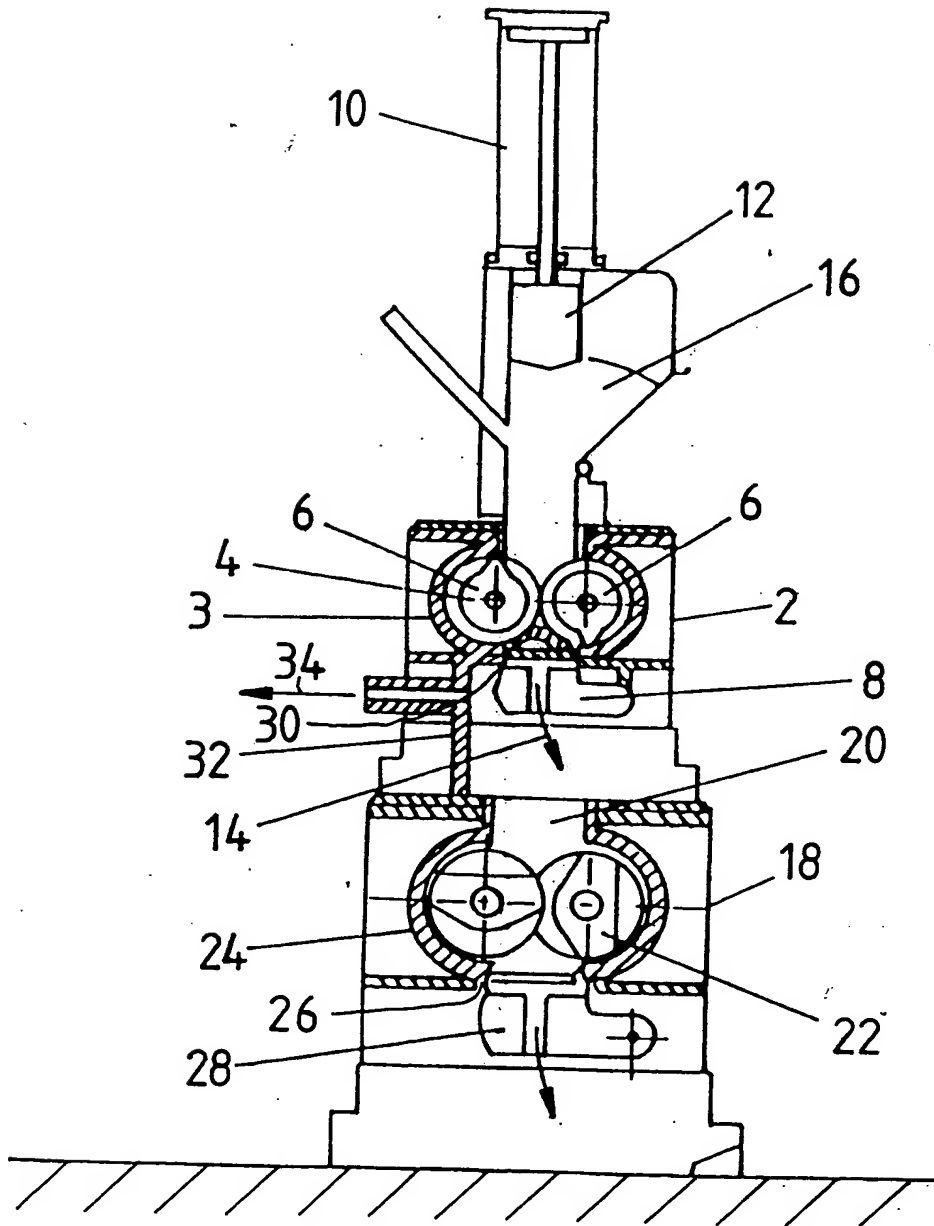
abgesaugt werden, die bei der Reaktion der Kieselsäure mit dem Silan im zweiten Mischer entstehen.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die  
5 Überführung der Mischung von dem ersten Mischer (2) in den zweiten Mischer (18) unter Ausnutzung der Schwerkraft erfolgt.

13. Vorrichtung mit einem ersten Mischer (2) und einem zweiten Mischer (18) zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- der zweite Mischer (18) ein stempelloser Mischer (18) ist, der derart ausgebildet und mit Mitteln, insbesondere einem Antrieb versehen ist, dass er eine aus dem ersten Mischer (2) übernommene Kautschukgrundmischung durch Rotation seiner Rotoren (22) auf eine Temperatur in einem Temperaturbereich von 130 °C bis 180 °C erwärmen und/oder in diesem Temperaturbereich halten kann.

FIG. 1



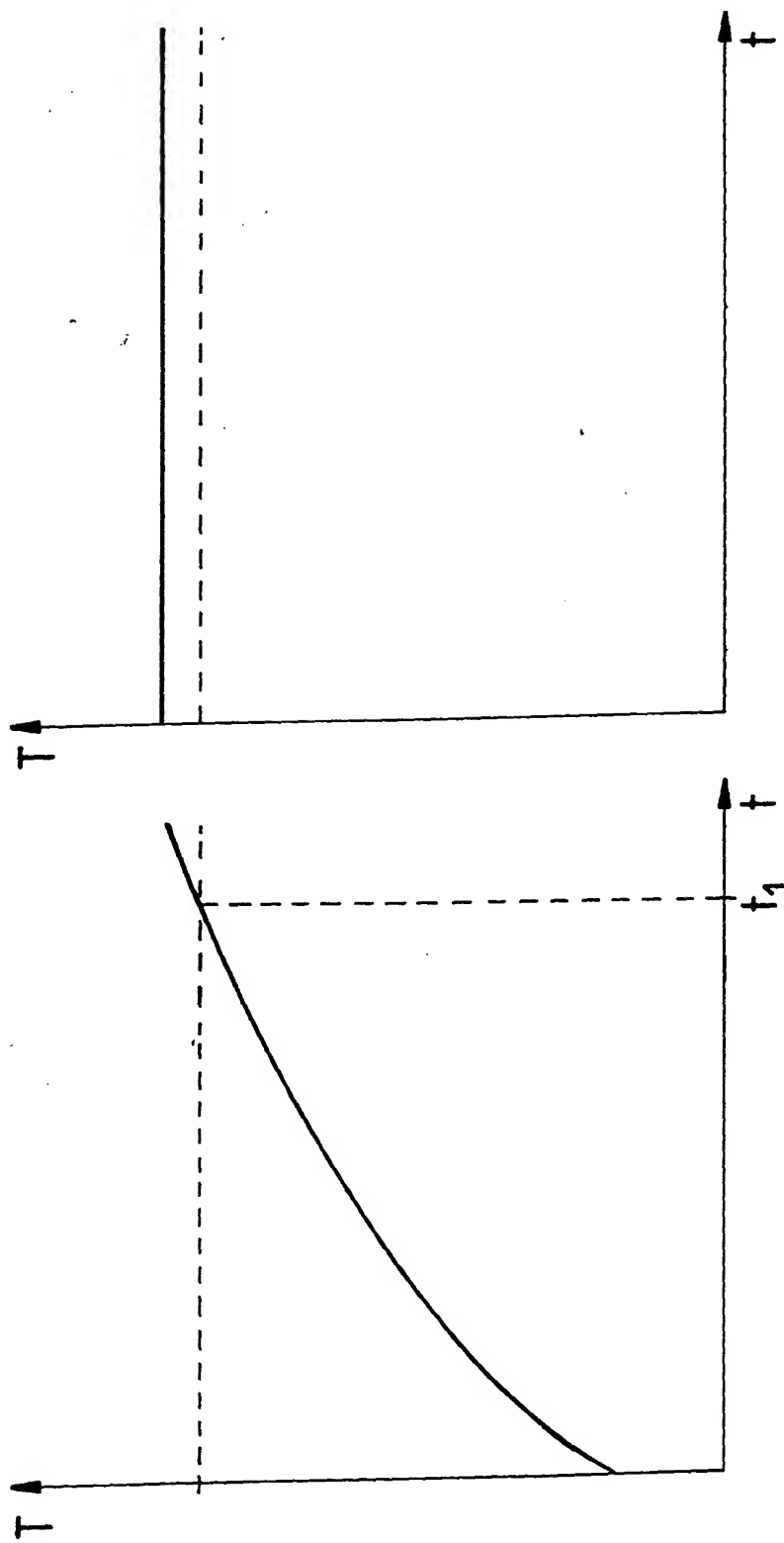


FIG. 2

FIG. 3

